

## РАЗРАБОТКА УСТРОЙСТВА УПРАВЛЕНИЯ ТЕМПЕРАТУРОЙ ОТХОДЯЩИХ ГАЗОВ В СИСТЕМЕ ГАЗООЧИСТКИ УСТАНОВКИ «ПЕЧЬ-КОВШ»

**Усов И.В., магистрант; Лаппо П.В., доц., к.т.н.; Неежмаков С.В., доц., к.т.н., доц.**  
(ГОУ ВПО «Донецкий национальный технический университет», г. Донецк, ДНР)

В производстве стали с применением как устаревших (мартеновские печи, кислородные конвертора), так и более новых технологий (дуговые сталеплавильные печи) является перспективным применение установок внепечной обработки стали, которые позволяют ускорить технологический процесс путем снижения длительности плавки и повысить качество стали со снижением себестоимости продукции. Для нормального функционирования таких установок необходимо наличие газоочистки с использованием мешочных фильтров, срок службы которых напрямую зависит от температурного режима системы. Повышенные температуры приводят к преждевременному износу фильтров, увеличению издержек и сказываются на себестоимости продукции [1].

В установке внепечной обработки стали «Печь-Ковш» (УПК) отходящий газ удаляется из-под свода и по трубопроводу поступает в систему газоочистки. Перед поступлением сырого газа в фильтр происходит его смешивание со свежим воздухом в сдвижном зазоре с целью его разбавления и охлаждения до приемлемой температуры впуска в фильтр. Для того, чтобы регулировать количество газа, имеется демпфер для регулирования потока УПК. Зазор, предназначенный для разбавления отходящего газа воздухом, также имеет демпфер жалюзийного типа для регулирования притока свежего воздуха в систему фильтрации. Перед входом в фильтр также расположен осевой центробежный искроуловитель с тем, чтобы защитить мешки от частиц, которые их могут повредить [2].

После прохождения отходящего газа через искроуловитель и охлаждения его до приемлемой температуры путем смешивания его со свежим воздухом происходит его очистка в фильтре импульсной очистки. Данный тип фильтров предназначен для очистки дымов из сталелитейных агрегатов с помощью мешочных фильтров, которые сами очищаются сжатым воздухом по определенному циклу. Сырой газ входит в фильтр через отверстия в бункерах пыли и проходит в корпус фильтра с нижней стороны. Путем смены направление достигается предварительное осаждение более крупных частиц пыли. Эти более крупные частицы осаждаются непосредственно в бункере для пыли под корпусом. Отделение газа от частиц пыли осуществляется с внешней стороны мешков фильтра, которые установлены над корпусом фильтра. Газ проходит мешки фильтра снаружи внутрь, чистый газ затем проходит через трубку Вентури в головку фильтра со стороны чистого газа. Во время фильтрации мешки прижимаются к корпусу фильтра. Блок управления фильтром открывает мембранные клапаны на короткое время (импульс примерно на 0,15 секунд), так что сжатый воздух пульсирует (впрыскивается) в мешки фильтра через сборочную трубку, сопло сборочной трубки и трубки Вентури. Трубка Вентури сверху мешков фильтра, увеличивает эффект путем насасывания дополнительного окружающего воздуха со стороны чистого газа в мешок фильтра. Очищенный воздух, состоящий из сжатого воздуха и чистого газа, входит внутрь мешка фильтра с высокой скоростью. Мешок фильтра расширяется с высокой скоростью, и частицы пыли снаружи мешков выпадают на поверхности мешка. Импульс воздуха, который входит в мешок фильтра, также действует как воздух продувки, который продувается через мешок фильтра в противоположном направлении обычной фильтрации и усиливает очищающий эффект.

Пыль, которая счищается с мешков фильтра, падает в бункер для пыли. Устройство сбора пыли образовано одним цепным конвейером под фильтром и роторным клапаном, посредством которого она удаляется из системы газоочистки на дальнейшую утилизацию. Главный вентилятор соединен с выходом фильтра трубопроводом и представляет собой

центробежный агрегат, который приводится в движение асинхронным трехфазным двигателем с короткозамкнутым ротором. Вентилятор работает на всасывание, создавая разрежение в подводящем трубопроводе и фильтрах, обеспечивает поступление сырого газа на очистку. После прохождения газом фильтрации, очищенный газ поступает через дымосос в дымовую трубу, посредством которой и сбрасывается в атмосферу.

Автоматизация данного объекта осуществляется при помощи комплекса аппаратных и программных средств, которые объединены в общую систему АСУТП «Газоочистка». Данная система является интегрированной в систему управления установкой «Печь-Ковш», так как управление газоочисткой находится в тесной взаимосвязи с управлением установкой внепечной обработки стали. В свою очередь, система автоматизации УПК интегрирована в общую систему АСУТП мартеновского цеха. Управление осуществляется при помощи команд, вводимых оператором с управляющей ЭВМ РС «Сталевар». От средств отбора информация поступает непосредственно на входы программируемого логического контроллера или к локальным устройствам управления. Информация о состоянии последних также передается на управляющую ЭВМ с целью мониторинга их состояния. В программируемом логическом контроллере происходит приём информации, её обработка и выработка управляющих воздействий согласно заложенному в нём алгоритму. Некоторые из полученных данных передаются на управляющую ЭВМ, где происходит их анализ, обработка и выработка управляющего воздействия согласно с алгоритмами и указаниями оператора [3]. Данная система также осуществляет автоматизированный контроль температуры в системе импульсной фильтрации и требует выполнения совокупности операций дежурным сталеваром:

1. По показаниям измерительных приборов оператор принимает решение о том, насколько нужно открыть (закрыть) заслонку приточного демпфера;

2. На управляющую ЭВМ вводится необходимый угол открытия и управляющее воздействие передаётся на контроллер газоочистки и далее на исполнительный механизм.

Из числа основных недостатков существующего способа регулирования температуры в системе импульсной фильтрации можно выделить следующие:

1. Необходимость постоянного внимания оператора до момента установления температуры;

2. Быстрота установления оптимальной температуры напрямую зависит от опыта сталевара;

3. Снижение эффективности работы установки за счёт нерационального температурного режима;

4. Преждевременный выход из строя мешочных фильтров из-за постоянных аварийных превышений температуры.

Для устранения данных недостатков предлагается создание устройства автоматического управления температурой отходящих газов для реализации эффективного режима работы системы газоочистки. Разработанная структурная схема устройства приведена на рисунке 1.

Датчик температуры (ДТ) непрерывно производит измерение температуры, и передает сигнал через усилитель (У) на микроконтроллер (МК). Светодиодная индикация (СДИ) используется для обеспечения визуального контроля персоналом наличия питающего напряжения, нормальной работы и аварийного превышения температуры на впуске в фильтр. Устройство гальванической развязки (УГР) предназначено для включения двигателя исполнительного механизма по сигналу с микроконтроллера. В качестве исполнительного механизма (ИМ) принимаем МЭО – механизм электрический однооборотный. Он имеет встроенный датчик положения регулирующего органа (ДП), который будет задействован для определения текущего состояния демпфера.

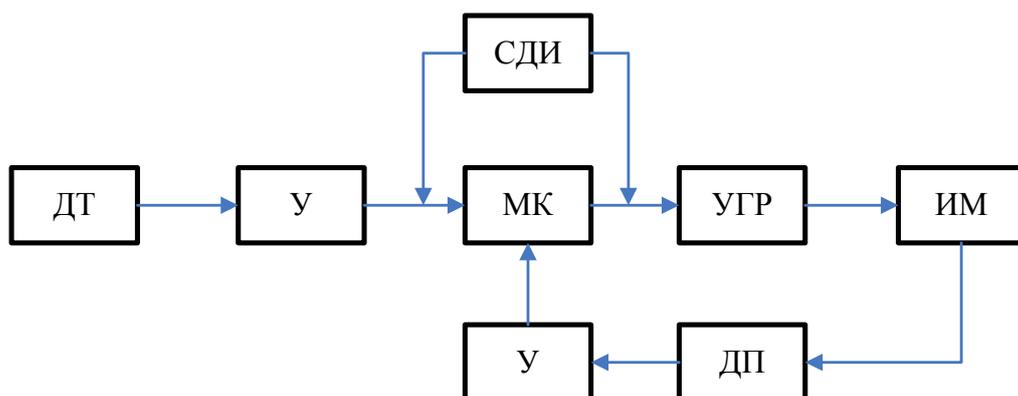


Рисунок 1 – Структурная схема устройства автоматического управления температурой

На основании структурной схемы составлена функциональная схема устройства, приведенная на рисунке 2. Гальваническая развязка между МК и МЭО реализована при помощи двух оптронов и промежуточных реле. С датчика температуры непрерывно поступает сигнал в контроллер о текущем значении температуры газа в трубопроводе и сравнивается с уставкой. В случае превышения допустимого отклонения температуры газа от уставки контроллер формирует команду на открытие или закрытие заслонки на определенную величину. С соответствующего порта контроллера выдается сигнал на открытие подключенного к нему оптрона. Фототранзистор оптрона отпирается и ток через транзистор увеличивается до величины включения реле, после чего происходит запуск двигателя МЭО и поворот заслонки. За текущим положением заслонки следит датчик положения, и, когда её положение становится равным заданному, контроллер формирует сигнал на отключение привода заслонки.

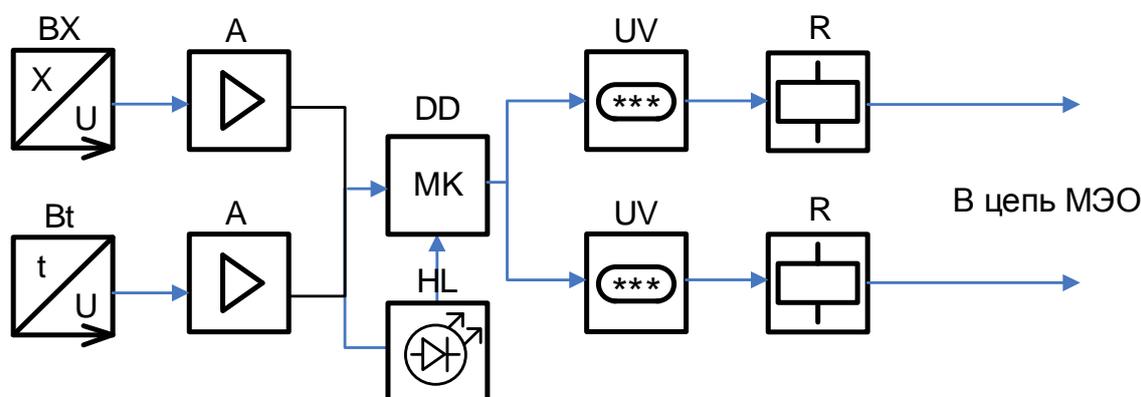


Рисунок 2 – Функциональная схема устройства автоматического управления температурой

Алгоритм функционирования устройства автоматического управления температурой приведен на рисунке 3. Работа устройства начинается с подачи напряжения на схему со стабилизированного источника питания. Далее загораются светодиоды VD1 – наличие питания, и VD2 – нормальная работа устройства (блок3). Четвертым шагом данного алгоритма является ввод сигналов с датчиков – текущего значения температуры газа и положения заслонки. В блоке 5 происходит сравнение текущей температуры газа с уставкой, которая задается микроконтроллером и равна  $100^{\circ}\text{C}$  (для текущих условий), и далее, в зависимости от того что больше – текущая температура или уставка, вычисляется их разность с использованием соотношений (блоки 6 и 7). В блоках 8 и 9 задается зона нечувствительности системы –  $3^{\circ}\text{C}$ , для недопущения частых включений привода заслонки. При разности температуры газа и уставки меньше трёх градусов производится возврат на блок 3.

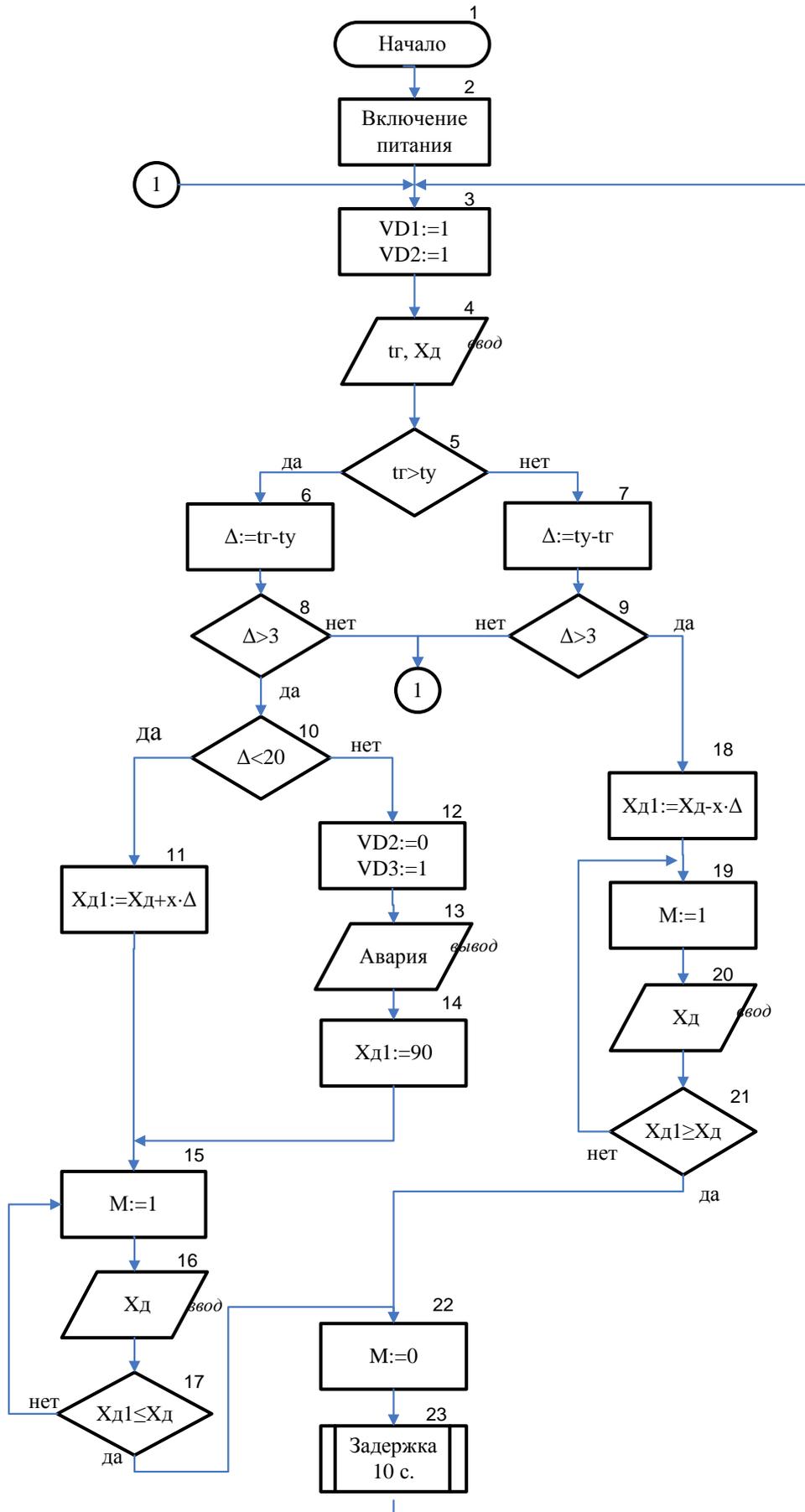


Рисунок 3 – Алгоритм работы устройства

В случае превышения температуры газа порога  $120^{\circ}\text{C}$ , т.е. разность  $\Delta$  превысит  $20^{\circ}\text{C}$ , наступает аварийная ситуация, опасная для мешков фильтра системы импульсной фильтрации. Проверка этого условия осуществляется блоком 10. В том случае, если аварийная ситуация наступила, светодиод VD2 «нормальная работа» гаснет, светодиод VD3 «аварийное превышение температуры» загорается. После этого выдаётся команда на полное открытие заслонки – блок 14. Если же отклонение  $\Delta$  не является аварийным, но всё же превышает  $3^{\circ}\text{C}$ , то к текущему положению заслонки прибавляется соответствующий угол открытия (блок 11).

Расчет углов открытия или закрытия заслонки демпфера, производимый в блоках 11 и 18 основывается на допущении близости линейной зависимости температуры отработавшего дымового газа от степени открытия заслонки, т.е. количества подаваемого свежего воздуха в трубопровод. Множитель «X» в данном случае является постоянной величиной и равен  $2,25^{\circ}/1^{\circ}\text{C}$ , т.е. при превышении газом температуры уставки на  $1^{\circ}\text{C}$ , для сохранения равновесия температуры в системе следует открыть заслонку демпфера на угол  $2,25^{\circ}$ . Далее, в блоке 15, по сигналу с контроллера, происходит включение двигателя при помощи оптрона и промежуточного реле. При этом на схему постоянно подаётся аналоговый сигнал с датчика положения (блок 16), и в блоке 17 текущее положение сравнивается с требуемым значением положения заслонки. Как только текущее положение заслонки станет равным требуемому, привод заслонки отключается (блок 22). В случае снижения температуры в системе ниже ста градусов более чем на три градуса (проверка в блоке 9), аналогично вычисляется требуемое положение заслонки (блок 18) и производится её установление в нужное положение (блоки 19-21). По достижении заслонкой заданного положения происходит отключение двигателя (блок 22). После установления заслонки в новое положение переходим на десятисекундную задержку (блок 23), и возвращаемся на ввод параметров с датчиков. Задержка необходима для учета инерционности датчика температуры.

Предлагаемое устройство обеспечивает:

1. Возможность оперативного регулирования температуры благодаря установке термометра не в самой системе фильтров, а в трубопроводе на расстоянии 20 м перед входом в систему фильтрации;
2. Отсутствие необходимости вмешательства оператора в процесс управления, кроме возникновения длительного аварийного превышения температуры;
3. Повышение эффективности работы установки и снижение затрат на замену преждевременно вышедших из строя мешочных фильтров.

Дальнейшее системы автоматизации УПК может осуществляться перепрограммированием контроллера с установлением более точной математической зависимости между изменением угла открытия заслонки демпфера и температурой газа. Эти мероприятия направлены на уменьшение издержек производства, понижение себестоимости продукции и, как следствие, повышение конкурентоспособности предприятия.

#### Перечень ссылок

1. Глинков, Г. М. АСУ ТП в черной металлургии / Г. М. Глинков, В. А. Маковский. – Москва : Металлургия, 1999 г. – 427 с.
2. Руководство по эксплуатации системы газоочистки УПК. – Донецк : ЗАО «Донецксталь МЗ», 2003. – 465с.
3. Бойко, В. И. Автоматизированные системы управления технологическими процессами в черной металлургии / В. И. Бойко, В. А. Смоляк. – Днепропетровск, 1997. – 574 с.